

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СВЧ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОИСТЫХ СТРУКТУРАХ

Н.В. Шипунова, И.В. Кручинин, О.С. Орлов

(г. Нижний Новгород, ЗАО «НПП Салют-25», salut-25@list.ru)

WAVE PROCESSES AND CHARACTERISTICS IN LAYERED SEMICONDUCTOR STRUCTURES AT UHF

N.V. Shipunova, I.V. Kruchinin, O.S. Orlov

Среди твердотельных устройств управления СВЧ сигналами особое место занимают самоуправляемые устройства. Коэффициент передачи таких устройств зависит не только от амплитуды внешнего воздействия, но и от величины мощности поступающего на вход СВЧ сигнала [1,2]. Особый интерес представляет пассивные устройства, выполненные в виде одной «квазитиристорной» структуры p^n - n - p - n^+ типа [3] на основе двух взаимодействующих p - n переходов с чередованием типа проводимости; внутренняя часть структуры n - p играет роль «антизапорной» области.

Переключение в проводящее состояние происходит в результате дрейфа инжектронных неравновесных носителей заряда, когда их полуволна достигает внутреннего анизотропного слоя. Зависимости выпрямленного тока и мощности на выходе показаны на рисунках в работах [3,5,6]. Там же приведен расчет импеданса тонкой p^+ - n - p - n^+ структуры в дрейфовом приближении.

Наведенные ток в структуре:

$$i = A \cdot \frac{L_w^{1/2}}{W} (P \cdot Z_0)^{3/4}, \text{ а импеданс } Z = A \cdot \left(W - \frac{L_w}{2}\right)^3 \sqrt{\frac{W^2}{L_w \cdot l}},$$

где $A = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 \cdot \left(\frac{q}{m}\right)^{1/2}$ – постоянная величина, S – площадь структуры, W – длина дрейфовой области, L_w – дрейфовая длина на частоте $\omega = 2\pi f$, P – мощность СВЧ сигнала, Z_0 – волновое сопротивление линии.

При малых уровнях мощности СВЧ проводимость практически равна нулю. Далее импеданс структуры уменьшается скачкообразно при увеличении концентрации неравновесных носителей под действием поля СВЧ; при достижении носителями внутреннего «запертого» перехода ($W \cong L_w / 2$), т.е. имеет место резкий скачок проводимости. Электрофизические параметры такой квазитиристорной структуры приведены в публикации [6]. Динамические характеристики устройства γ -миллиметрового диапазона показаны на рисунке в [4,5].

Таким образом, предложенные структуры и устройства на их основе весьма перспективны для волновых процессов в приемной СВЧ РЭА широкого функционального назначения, в различных диапазонах частот.

Литература

1. О.С. Орлов, В.А. Муравьев, В.М. Коган, Ю.В. Мясников Самоуправляемые полупроводниковые устройства диапазона СВЧ, Сб. статей «Микроэлектроника и полупроводниковые приборы» М.: Сов.радио., вып.4, 1979, стр. 262-275.
2. И.В. Лебедев, М.В. Семенча Квазиактивный защитный ограничитель СВЧ мощности, «Радиотехника», 2001, №2, стр.75-83.
3. Авторское свидетельство №091672 от 27.09.1983, автор Орлов О.С.
4. В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой Электродинамика и распространение радиоволн М., Радио и связь, 2005.
5. С.А. Бабунько, О.С. Орлов Комплексная миниатюризация СВЧ приборов, «Физика волновых процессов и радиотехнические системы», том 13, №1, 2010, стр.61-71.
6. Н.В. Шипунова, И.В. Кручинин, О.С. Орлов Устройства защиты входных цепей СВЧ приемников на полупроводниковых диодах, «Физика волновых процессов и радиотехнические системы» том 14, №2, 2012.